

เอกสารประกอบการคำสอน

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก

รายวิชา GSI2304 วิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกมล ชูช่วย

บทที่ 2

กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก

จากหลักฐานจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีในแร่ที่เป็นส่วนประกอบของหินที่เชื่อว่าเก่าแก่ที่สุดในโลก ทำให้เชื่อได้ว่าโลกมีอายุประมาณ 4,600 ล้านปี ซึ่งโลกมีการเปลี่ยนแปลงและวิวัฒนาการตลอดเวลาตั้งแต่กำเนิดขึ้น สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลกก็เช่นเดียวกัน มีการกำเนิดและวิวัฒนาการ การปรับเปลี่ยนโครงสร้างและถิ่นที่อยู่อาศัย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของพื้นผิวโลก การศึกษาเวลาทางธรณีวิทยา และการตรวจวัดอายุหินหรือแร่จึงมีความสำคัญมากเนื่องจากทำให้สามารถลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาและเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลง วิวัฒนาการของโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้

อายุทางธรณีวิทยา

ในการศึกษาวิชาธรณีวิทยานั้น ระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาต่าง ๆ ได้เกิดขึ้นมานานแล้วนับเป็นล้านล้านปี ก่อนที่จะมีมนุษย์อาศัยอยู่บนโลก ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาทางธรณีวิทยาที่เรียกว่า “Geologic time” จะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ อายุสัมบูรณ์ (Absolute age) และอายุเปรียบเทียบ (Relative age) สรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1. อายุสัมบูรณ์

สง่า ตั้งขวาล (2555 : 14) ให้ความหมายของอายุสัมบูรณ์ หรือเวลาแน่นอน หมายถึง ระยะเวลาที่สามารถบ่งบอกเป็นระยะเวลาที่แน่นอนลงไป เช่น ปรากฏการณ์ทางธรณีนั่น ๆ ได้เกิดขึ้นเป็นระยะเวลา 10,000 ปี 1,000,000 ปี หรือ 100 ล้านปี เป็นต้น

ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย (2561 : 115) ให้ความหมายของอายุสัมบูรณ์ หมายถึง อายุของหินหรือแร่ ที่ระบุเป็นตัวเลข เป็นการหาอายุทางธรณีวิทยาแบบหนึ่ง การหาอายุสัมบูรณ์ของหิน แร่ และซากดึกดำบรรพ์ จะหาโดยการวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปที่อยู่ในหิน แร่ และซากดึกดำบรรพ์

สรุปได้ว่า อายุสัมบูรณ์ หมายถึง อายุของหิน หรือแร่ ที่บ่งบอกเป็นระยะเวลาที่แน่นอนลงไป การหาอายุสัมบูรณ์นี้สามารถหาได้โดยวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปที่อยู่ในหิน แร่ และซากดึกดำบรรพ์ ใช้สำหรับวัตถุที่มีธาตุกัมมันตรังสีเป็นส่วนประกอบ มีอัตราการสลายตัวที่แน่นอน และแตกต่างกันออกไปในแต่ละธาตุ เรียกวิธีการนี้ว่า การตรวจหาอายุจากสารกัมมันตภาพรังสี (Radiometric age dating) ซึ่งการตรวจวัดทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสี เช่น เครื่องวัดไกเกอร์ เคาน์เตอร์ (Geiger counter) เป็นต้น อาศัยการคำนวณหาครึ่งชีวิต (Half life) ของธาตุกัมมันตรังสีนั้น ๆ

ครึ่งชีวิต หมายถึง ช่วงเวลาที่ธาตุกัมมันตภาพรังสีเปลี่ยนไปเป็นธาตุอื่นครึ่งจำนวนของจำนวนที่เริ่มต้น (ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 118) โดยการตรวจดูตัวอย่างว่า ธาตุกัมมันตภาพรังสีนั้นมีอัตราส่วนระหว่างธาตุกัมมันตภาพรังสีเดิมอย่างละเท่าใด เหลือจากการเปลี่ยนแปลงเป็นธาตุอื่น

ร้อยละเท่าใด จากนั้นหารร้อยละของธาตุกัมมันตรังสีที่เหลือไปคำนวณหาค่าเลขครึ่งชีวิต (Number of half-life) ของธาตุกัมมันตรังสีนั้น ในการคำนวณหาอายุโดยการตรวจสอบจากแร่ที่มีอยู่ในหิน ในสายแร่ และในซากดึกดำบรรพ์ เพื่อเปรียบเทียบหาอายุของตัวอย่าง และของโลก ใช้ไอโซโทปของแร่กัมมันตรังสี ได้แก่ ยูเรเนียม โพแทสเซียม รูบิเดียม และคาร์บอน ไอโซโทปของคาร์บอนใช้หาอายุของโลกไม่ได้ เนื่องจากมีหน่วยของเวลาครึ่งชีวิตสั้นมาก การหาอายุแร่ หิน และสารบางอย่างที่ให้สารกัมมันตรังสี แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แร่ หิน และสารบางอย่างที่ให้สารกัมมันตรังสี

สารที่พบบ่อยใช้เป็นตัวหลักในการหาอายุจากไอโซโทป	จำนวนปีของครึ่งชีวิตจากไอโซโทปที่ไม่เสถียรภาพ	ระยะเวลาที่มีประสิทธิภาพในการหาอายุ
แร่เซอร์คอน (Zircon) แร่พิตช์เบลนด์ (Pitchblende) แร่ยูเรนิไนต์ (Uraninite)	40×10^9 ปี (สำหรับ Uranium-238) 0.71×10^3 ปี (สำหรับ Uranium-235)	10^9 ปี ถึงอายุโลก (อายุโลกเท่ากับ 4.6×10^9 ปี)
แรมส์โคไวด์ (Muscovite) แร่ไบโอไทต์ (Biotite) หินทราย (Sandstone) หินทรายแป้ง (Siltstone) หินภูเขาไฟ (Volcanic rock)	1.30×10^9 ปี (สำหรับ Potassium-40)	10^9 ปี ถึงอายุโลก
แรมส์โคไวด์ (Muscovite) แร่ไบโอไทต์ (Biotite) แร่ไมโครไคลน์ (Microcline) หินแปร (Metamorphic rock)	4.7×10^9 ปี (สำหรับ Rubidium-87)	10^9 ปี ถึงอายุโลก
ซากต้นไม้ (Wood) ถ่าน (Charcoal) ถ่านพีต (Peat) เนื้อเยื่อ (Tissue) เปลือกหอย (Shell) น้ำใต้ดิน (Ground water) น้ำจากมหาสมุทร (Ocean water)	5,373 ± 30 ปี (สำหรับ Carbon-14)	0 ถึง 50,000 ปี

ที่มา : สง่า ตั้งขวาล, 2555 : 19

2. อายุเปรียบเทียบ

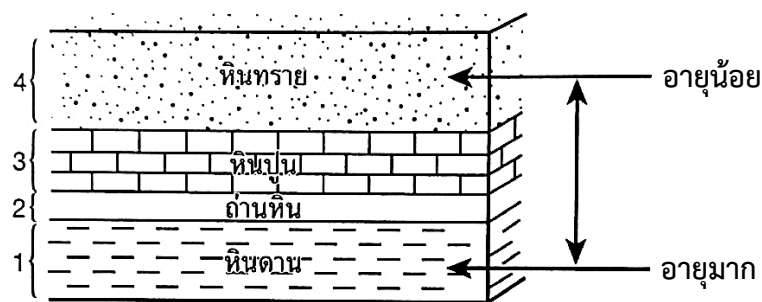
สง่า ตั้งขวาล (2555 : 14) ให้ความหมายอายุเปรียบเทียบ หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้เปรียบเทียบซึ่งกันและกัน จะบ่งบอกได้ว่าสิ่งใดเกิดขึ้นก่อนหรือหลัง โดยอาศัยตำแหน่งการวางตัวของหินตะกอน (Sedimentary rock) จะต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งที่เกิดการทับถม (Deposition) ซึ่งการเรียงลำดับของหินตะกอนสามารถบอกเวลาเปรียบเทียบได้

ทวิศศักดิ์ บุญบุชาไชย (2561 : 115) ให้ความหมายอายุเปรียบเทียบ หมายถึง การหาอายุของหิน และกลุ่มหิน โดยทำการเก็บตัวอย่างของหิน เพื่อศึกษาลักษณะการลำดับชั้นหิน และธรณีโครงสร้างของหิน จากนั้นนำข้อมูลหาอายุเปรียบเทียบของหินแต่ละกลุ่มได้

สรุปได้ว่า อายุเปรียบเทียบ หมายถึง ระยะเวลาที่ได้จากการเปรียบเทียบซึ่งกันและกัน เพื่อหาอายุทางธรณีวิทยา การหาอายุของหินและกลุ่มหิน จะทำการศึกษาตัวอย่างของหิน โดยเฉพาะ หินตะกอน หรือศึกษาจากข้อมูลหลุมเจาะเก็บตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลของหินเหล่านั้นมาศึกษาถึงลักษณะการลำดับชั้นหิน และธรณีโครงสร้างหินเพื่อหาอายุเปรียบเทียบของหินและกลุ่มหินได้ ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า “การศึกษาจากซากดึกดำบรรพ์” (Fossil identification) การศึกษาอายุเปรียบเทียบต้องอาศัยหลักการ ดังต่อไปนี้ (สง่า ตั้งขวาล, 2555 : 14 – 15 และทวิศศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 116 – 117)

2.1 กฎการวางตัวซ้อนทับกันของชั้นหินตะกอน (Law of Superposition)

เมื่อหินตะกอนสะสมกันเป็นชั้น ๆ อยู่ทีเดียวกั้น ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง โดยการคดโค้งหรือพลิกกลับ (Overturned) โดยปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หินตะกอนที่อยู่ชั้นบนสุด จะมีอายุน้อยกว่า หินตะกอนที่อยู่ชั้นล่างถัดลงไป แสดงดังภาพที่ 2.1 หินดินดานมีอายุมากที่สุด

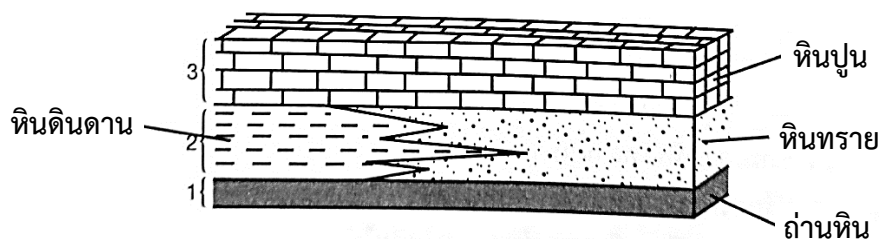


ภาพที่ 2.1 การหาอายุของหินตามกฎการวางตัวซ้อนทับกันของชั้นหินตะกอน

ที่มา : ทวิศศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 116

2.2 กฎการสอดกันของหิน (Law of Intertangling)

เมื่อหินตะกอนที่ทับถมกันเป็นหินตะกอน 2 ชนิดที่สอดกันอยู่ หินตะกอนทั้งสองที่สอดกันจะเป็นหินที่มีอายุเท่ากัน แสดงดังภาพที่ 2.2 หินดินดานจะมีอายุเท่ากันกับหินทราย

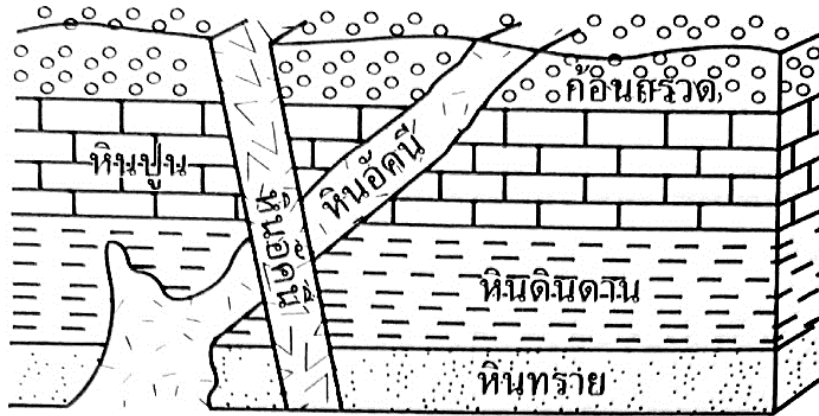


ภาพที่ 2.2 การหาอายุของหินตามกฎการสอดกันของหิน

ที่มา : ทวิศศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 116

2.3 กฎการแทรกเข้าไปของหิน (Law of Intrusion)

กฎการแทรกเข้าไปของหิน หรือกฎความสัมพันธ์ในการตัดผ่านชั้นหิน (Law of Cross-Cutting Relationship) กล่าวคือ ในขณะที่หินอัคนียังอยู่ในสภาพหลอมเหลว หินอัคนีเกิดการแทรกเข้าไปในหินที่มีอยู่แล้วไปแข็งตัวแทรกอยู่ในหินเดิม หินอัคนีนั้นจะมีอายุน้อยกว่าหินเดิมที่มันได้แทรกเข้าไป แสดงดังภาพที่ 2.3

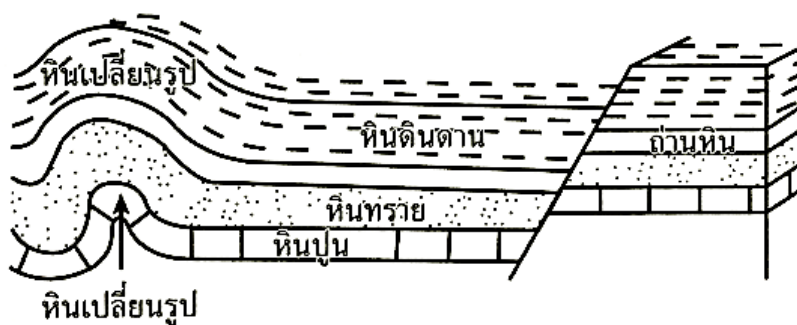


ภาพที่ 2.3 การหาอายุของหินตามกฎการแทรกเข้าไปของหิน

ที่มา : ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 117

2.4 กฎการเปลี่ยนรูปของหิน (Law of Deformation)

หินที่เปลี่ยนรูปไปจากชั้นหินเดิม เช่น มีรอยคดโค้ง (Fold) หรือรอยเลื่อน (Fault) การเปลี่ยนรูปเหล่านี้จะเกิดขึ้นภายหลัง นั่นคือ หินที่เปลี่ยนรูปไปจะมีอายุน้อยกว่าหินที่อยู่ในโครงสร้างรูปเดิม แสดงดังภาพที่ 2.4

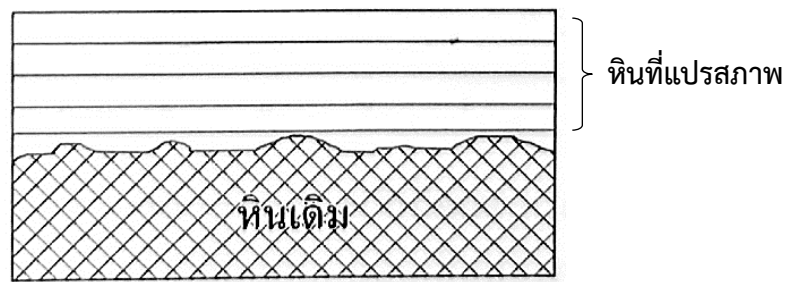


ภาพที่ 2.4 การหาอายุของหินตามกฎการเปลี่ยนรูปของหิน

ที่มา : ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 117

2.5 กฎการแปรสภาพของหิน (Law of Metamorphism)

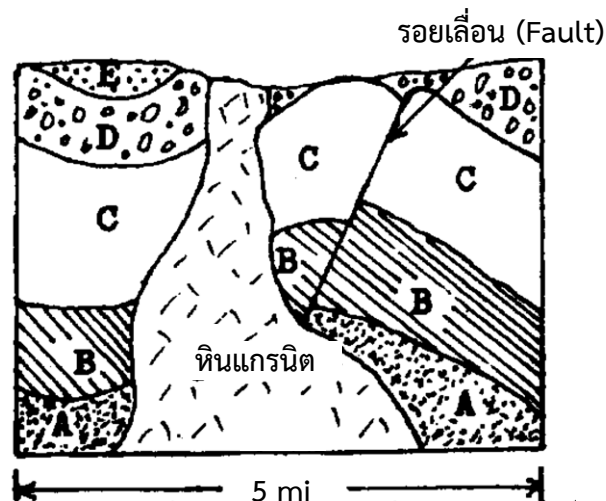
หินที่แปรสภาพจากหินเดิมจะมีอายุของหินน้อยกว่าหินเดิม แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การหาอายุของหินตามกฎการแปรสภาพของหิน
ที่มา : ทวีศักดิ์ บุญบูชาไชย, 2561 : 117

3. การลำดับชั้นหิน

ลัสนา ปริญญาปวิวัฒน์ (2541 : 127 – 128) อธิบายถึงระยะเวลาในชั้นหิน สรุปได้ว่า ระยะเวลาในชั้นหินเป็นการศึกษาการเรียงลำดับเหตุการณ์ของชั้นหิน โดยศึกษาจากหินที่โผล่ขึ้นมา หรือโครงสร้างของชั้นหินในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์กันของแต่ละบริเวณ เพื่อหาความต่อเนื่องกันมากขึ้น จากการศึกษาทำให้ทราบว่า ชั้นหินใดเกิดขึ้นก่อน ชั้นหินใดเกิดขึ้น หลังสุด นั่นคือ การบอกอายุของชั้นหินแบบเปรียบเทียบ ตัวอย่างการศึกษาการเรียงลำดับเหตุการณ์ของชั้นหินแต่ละบริเวณ แสดงดังภาพที่ 2.6 ชั้นหินที่มีการโค้งงอ ซึ่งมีการเคลื่อนที่ตามแนวรอยเลื่อน และต่อมา มีการแทรกชั้นมาของหินแกรนิต



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการศึกษาการเรียงลำดับเหตุการณ์ของชั้นหินแต่ละบริเวณ
ที่มา : ลัสนา ปริญญาปวิวัฒน์, 2541 : 127

จากภาพที่ 2.6 สามารถเรียงลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาได้ ดังนี้

1) ลำดับของชั้นหิน ชั้นล่างสุดจะมีอายุมากที่สุดและชั้นบนสุดจะมีอายุน้อยสุด จากภาพที่ 2.6 หินชั้น A จะมีการสะสมตัวและเกิดขึ้นก่อนหินชั้นอื่น ๆ และหินชั้น E จะเกิดทีหลังสุด กฎนี้จะเป็นจริงถ้าชั้นหินไม่ถูกรบกวนให้พลิกกลับ

2) ชั้นหินในระยะแรกที่เริ่มตกสะสมกันเป็นหินชั้น จะวางตัวอยู่ในแนวเกือบระนาบเสมอ

3) การเคลื่อนไหวอย่างรุนแรงจะเกิดขึ้นภายหลังที่มีการสะสมของหินชั้น ในภาพที่ 2.6 ภายหลังที่ชั้น D เกิดขึ้นแล้ว ชั้นหินทั้งหมดจะเกิดการโค้งงอ และรอยเลื่อนที่เกิดขึ้นจะมีอายุน้อยกว่าชั้น C

4) หินอัคนีจำพวกหินแกรนิต ที่แทรกขึ้นมาโดยตัดผ่านชั้นของหินชั้นจะมีอายุน้อยที่สุด จากภาพที่ 2.6 หินแกรนิตจึงมีอายุน้อยกว่าชั้นหิน D

มาตรธรณีกาล

ในช่วงคริสต์ศักราชที่ 19 ได้มีการศึกษาข้อมูลจากแหล่งธรณีวิทยามากมายแล้วนำข้อมูลมาสร้างมาตรธรณีกาล (Geologic time scale) ที่ได้ลำดับเหตุการณ์และเวลาที่เกิดก่อนและหลังตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในโลกและของสิ่งมีชีวิตผ่านกาลเวลา หลังจากนั้นได้มีการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี ในปี ค.ศ.1895 และการพัฒนาเทคนิควิธีการหาอายุด้วยธาตุกัมมันตรังสี ทำให้นักธรณีสามารถกำหนดอายุสัมบูรณ์ มีหน่วยเป็นปีเป็นตัวกำหนดอายุทางธรณี ซึ่งเป็นตัวเลขเพิ่มให้กับมาตรธรณีกาล หน่วยที่ใหญ่ที่สุด คือ บรมยุค (Eon) ย่อยลงมาก็คือ มหายุค (Era) ยุค (Period) และสมัย (Epoch) การแบ่งมาตรธรณีกาลอาศัยการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอดีต ตารางสรุปธรณีประวัติศาสตร์ตามมาตรธรณีกาล ซึ่งสรุปจากทวิศักดิ์ บุญบุษาย (2561 : 132-134) และสมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย (2546 : 8) แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สรุปธรณีประวัติศาสตร์ตามมาตรธรณีกาล

มหายุค	ยุค	สมัย	ล้านปีมาแล้ว	เหตุการณ์สำคัญ/สิ่งมีชีวิต
ซีโนโซอิก	ควอเทอร์นารี	ปัจจุบัน	0.01	มนุษย์ปัจจุบันรู้จักคิด เขียน และมีการบันทึก
		ไพลสโตซีน	1.8	ยุคน้ำแข็ง สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศ มนุษย์สมัยหิน
	เทอร์เทียรี	ไพลโอซีน	5	ม้าเริ่มมีวิวัฒนาการอย่างในปัจจุบัน มีสัตว์กินพืชเกิดขึ้นมากมาย สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขนาดใหญ่ และช้างแพร่หลาย
		ไมโอซีน	23	ม้ามีวิวัฒนาการมากขึ้นเล็กลงหลังเริ่มหดหายไป เริ่มมีอูฐ ยีราฟ กวาง และหมี ไม้ดอกเจริญเต็มที่
		โอลิโกซีน	37	มีลิงเกิดแต่เป็นลิงไม่มีหาง มีแมว มีสุนัขเกิดขึ้น ม้ามีขนาดใหญ่และมีเล็บเท้า 3 เล็บ
		อีโอซีน	55	ต้นตระกูลของม้าเริ่มเกิดขึ้น มีค้างคาวและสัตว์คล้ายวาฬเกิดขึ้น เริ่มมีหนู สัตว์กบและช้าง

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

มหายุค	ยุค	สมัย	ล้านปี มาแล้ว	เหตุการณ์สำคัญ/สิ่งมีชีวิต
ซีโนโซอิก	เทอร์เทียรี	พาลีโอซีน	65	สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมและสัตว์ใช้ฟันแทะเริ่ม เกิดขึ้น นักเริ่มมีลักษณะคล้ายในปัจจุบัน
มีโซโซอิก	ครีตาเชียส	-	136	ไดโนเสาร์เริ่มมีการปรับตัวเป็นไดโนเสาร์กินเนื้อ มี ไดโนเสาร์ชนิดต่าง ๆ และสูญพันธุ์ไปในยุคนี้ เริ่มมี พันธุ์ไม้ดอก หอยน้ำจืดแพร่หลาย
	จูแรสสิก	-	190	มีไดโนเสาร์จำนวนมาก เช่น บรอนโดซอร์ส สเตโกซอร์ส และแคมโดซอร์ส นอกจากนี้ ยังมีเทอโรแดคเทิล ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของนกและมีสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม เกิดขึ้นในยุคนี้
พาลีโอโซอิก	เพอร์เมียน	-	280	เป็นยุคสุดท้ายของมหายุคพาลีโอโซอิก มีธาร น้ำแข็งปกคลุมทั่วโลก พืชฟอสซิลชนิด ปะการังรูโกส ไทรโลไบต์สูญพันธุ์ไป เริ่มมีแมลงปีกแข็งเกิดขึ้น
	เพนซิลวาเนียน	-	300	ได้ชื่อว่าเป็นยุคของแมลงสาบ มีแมงมุม แมงป่อง กิ้งกือ และเริ่มมีสัตว์เลื้อยคลานเกิดขึ้น วิวัฒนาการจากสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน กำเนิดแรกเริ่ม เป็นต้น คือ ซิมอเรีย นอกจากนี้ มีพืชบก เช่น เฟิร์น เป็นต้น เกิดขึ้นมากมาย
	มิสซิสซิปเปียน	-	345	เริ่มพบสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์บกอื่น ๆ สัตว์ประจำยุคนี้ คือ ครินอยด์ นอกจากนี้ ยังพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ ปะการัง หอยสองฝา และหอยฝาเดียว
	ดีโวเนียน	-	395	เริ่มมีสัตว์ลักษณะคล้ายปลา เช่น ปลาไม่มีกราม ปลาตัวแบน ฉลาม ปลาจุก เป็นต้น สัตว์ประจำ ยุคนี้ คือ ปลา ซึ่งจะวิวัฒนาการเป็นสัตว์ครึ่งบก ครึ่งน้ำ พืชที่พบไม่มีใบและรากที่แท้จริง จำนวน ของสัตว์ไทรโลไบต์ลดลงมาก
	ไซลูเรียน	-	440	เริ่มมีสัตว์บก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์ที่มีลำตัวเป็น ปล้อง ๆ เช่น ออสตราคอด แมงป่องทะเล เป็นต้น สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา เป็นต้น พืชที่พบ เป็นพวกสาหร่าย
	ออร์โดวิเซียน	-	500	มีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอาศัยอยู่ในทะเล เช่น ไบรโอโซน แกรปโตไลต์ ครินอยด์ ปะการัง เป็นต้น เริ่มมีปลา

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

มหายุค	ยุค	สมัย	ล้านปี มาแล้ว	เหตุการณ์สำคัญ/สิ่งมีชีวิต
พาลีโอโซอิก	แคมเบรียน	-	570	เริ่มมีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีเปลือกได้แก่ พวกหอยต่าง ๆ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไตรโลไบต์ เซฟาโลพอด เป็นต้น
พรีแคมเบรียน			4,000	ธารน้ำแข็งปกคลุมทั่วโลก เริ่มมีสัตว์ตัวนิ่มคล้ายแมงกะพรุน บางพวกคล้ายไส้เดือน มีสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เกิดขึ้น แต่ยังเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ เช่น สาหร่าย รา โพรทิสต์ เป็นต้น สาหร่ายที่สำคัญคือ สโตรมาโตไลต์

ที่มา : ปรับปรุงจากสมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย, 2546 : 8 และทวีศักดิ์ บุญบูชาไชย, 2561 : 132 - 134

ตารางเวลาทางธรณีกาลจะแบ่งออกเป็น 4 มหายุค (Era) คือ มหายุคพรีแคมเบรียน (The Precambrian Era) มหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic Era) มหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic Era) และมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic Era) มีรายละเอียดดังนี้ (ลลนา ปริญญาปริวัฒน์, 2541 : 133 - 158; สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย, 2546 : 8; กิจการ พรหมมา, 2555 : 3 - 6 และทวีศักดิ์ บุญบูชาไชย, 2561 : 123 - 134)

1. มหายุคพรีแคมเบรียน

มหายุคพรีแคมเบรียน เป็นมหายุคที่มีช่วงเวลายาวนานเกือบถึง 4,000 ล้านปี (ทวีศักดิ์ บุญบูชาไชย, 2561 : 123 - 134) มหายุคนี้อายุมากที่สุด และเป็นส่วนประกอบหลักของเปลือกโลกภาคพื้นทวีป หินส่วนใหญ่เป็นหินแปรที่เกิดคดโค้ง และการเลื่อนจำนวนมาก ซึ่งมีการแทรกซอนของหินอัคนี การหาอายุใช้วิธีการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี จากหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตได้มีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตจำพวกสาหร่าย (Algae) เป็นส่วนมากที่สำคัญ คือ สโตรมาโตไลต์ (Stromatolite) มีลักษณะเป็นชั้น ๆ ซ้อนกันคล้ายกะหล่ำปลี นอกจากนี้ ยังพบร่องรอยของสัตว์ที่คล้ายแมงกะพรุน (Jelly Fish) บางพวกมีลักษณะคล้ายไส้เดือน สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ได้เริ่มเกิดขึ้นแล้ว ในช่วงเวลามหายุคพรีแคมเบรียน สิ่งมีชีวิตในมหายุคพรีแคมเบรียนยังเป็นพวกสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ เช่น สาหร่าย รา โพรทิสต์ เป็นต้น มหายุคนี้จบลงด้วยเหตุการณ์รุนแรง (Diastrophic movement) ทำให้แผ่นดินยกตัวสูงขึ้นและต่อมาเกิดการกัดเซาะ ส่งผลได้จากหินพรีแคมเบรียนต่อกับหินในมหายุคพาลีโอโซอิก

2. มหายุคพาลีโอโซอิก

มหายุคพาลีโอโซอิกนี้มีหลักฐานแสดงให้เห็นมากกว่าในมหายุคพรีแคมเบรียน มีชั้นหินโผล่ให้เห็นรวมทั้งซากดึกดำบรรพ์ซึ่งทำให้ง่ายกับการเปรียบเทียบชั้นหิน “พาลีโอ” แปลว่า เก่า “โซอิก” แปลว่า เขต ดังนั้น “พาลีโอโซอิก” จึงแปลว่า เขตเก่าหรือชีวิตโบราณ ซากดึกดำบรรพ์ที่พบเป็นของสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง แล้ววิวัฒนาการไปเป็นปลา สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และพืชบก

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในมหายุคพาลีโอโซอิก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ พาลีโอโซอิกช่วงต้น และมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย

2.1 มหายุคพาลีโอโซอิกช่วงต้น

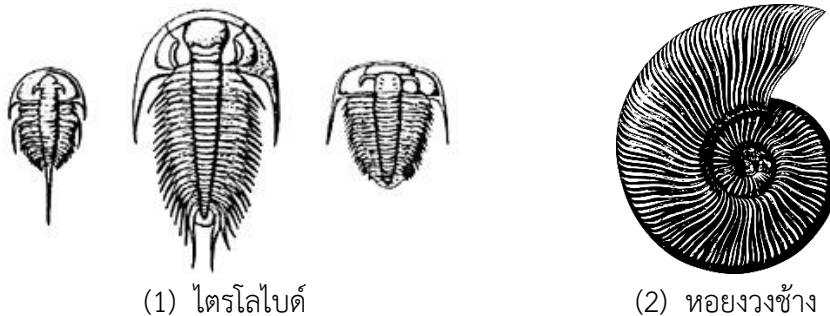
ในช่วงต้นของมหายุคพาลีโอโซอิก แบ่งออกเป็น 3 ยุค คือ ยุคแคมเบรียน (Cambrian Periods) มีระยะเวลา 100 ล้านปี ยุคออร์โดวิเชียน (Ordovician Life) มีระยะเวลา 60 ล้านปี และยุคไซลูเรียน (Silurian Periods) ระยะเวลา 40 ล้านปี รวมเวลามหายุคพาลีโอโซอิกช่วงต้น ประมาณ 200 ล้านปี (ทวิคคัต บัญบูชาไชย, 2561 : 123) สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในมหายุคพาลีโอโซอิกช่วงต้นนี้จะดำรงชีวิตอยู่ในทะเลยังไม่ขึ้นมาบนบก และสัตว์ส่วนมากเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

2.1.1 ยุคแคมเบรียน ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในยุคนี้ คือ สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล ได้แก่ พวกหอยต่าง ๆ เอคไคโนเดิร์ม (Echinoderms) บราคิโอพอด (Brachiopods) และอาร์โทรพอด (Arthropods) สัตว์พวกนี้มีสารประกอบพวกหินปูนและฟอสเฟส ซึ่งใช้ในการสร้างเปลือกหุ้มตัวของมันไว้ ตัวอย่างสัตว์ที่พบในยุคแคมเบรียน มีดังนี้

1) ไตรโลไบต์ (Trilobites) เป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง ลำตัวแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ จัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรพอด มีขนาดลำตัวยาวประมาณ 5 เซนติเมตร เป็นสัตว์ที่มีอยู่ตลอดมหายุคพาลีโอโซอิก ตั้งแต่ยุคแคมเบรียนจนสูญพันธุ์ไปในยุคเพอร์เมียน ในแต่ละยุคจะมีไตรโลไบต์ชนิดต่าง ๆ กัน

2) เซฟาโลพอด (Cephalopods) เป็นสัตว์ในไฟลัมมอลลัสกา มีขนาดเป็นกล้ามเนื้อ มีหัวและปากกลม มีช่องให้น้ำไหลเข้าออก เช่น หอยวงช้าง ปลาหมึก เป็นต้น

3) หอยกาบคู่ (Brachiopods) เป็นหอยที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 1 เซนติเมตร มีกาบทั้งสองเปิดปิดได้ พบในจำนวนมากรองลงมาจากไตรโลไบต์



ภาพที่ 2.7 สิ่งมีชีวิตในยุคแคมเบรียน

ที่มา : ทวิคคัต บัญบูชาไชย, 2561 : 123 - 124

2.1.2 ยุคออร์โดวิเชียน ทะเลเป็นบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ตัวอย่างสัตว์ทะเลที่เกิดในยุคออร์โดวิเชียน ดังนี้

1) ไบรโอโซน (Bryozoans) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล ที่มีขนาดเล็ก มีความยาวไม่ถึง 1 มิลลิเมตร

2) แกรปโตไลต์ (Graptolites) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล

3) ครินอยด์ (Crinoids) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอยู่ในทะเล มีลักษณะคล้ายต้นไม้และรากต้นไม้ บางครั้งเรียกว่า ดอกลิลี่ทะเล (Sea Lily)

4) ปะการัง (Corals) เป็นสัตว์ทะเลจำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง อยู่ในไฟลัม ซีเลนเตอรดา (Coelenterata) ซากดึกดำบรรพ์ของปะการังจะเป็นหินปูน

2.1.3 ยุคไซลูเรียน สัตว์ที่อยู่ในยุคนี้ จะเป็นสัตว์ที่มีลำตัวเป็นปล้อง ๆ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในยุคไซลูเรียน ดังนี้

1) ออสตราคอด (Ostracods) เป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็ก ๆ จัดอยู่ในไฟลัม อาร์โทรพอด ที่มีลำตัวเป็นปล้อง มีเปลือกเป็นหินปูน

2) แมงป่องทะเล (Eurypterids) มีลำตัวเป็นปล้อง ๆ ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร มีลักษณะรูปร่างคล้ายแมงป่อง

3) สัตว์มีกระดูกสันหลัง เป็นสัตว์จำพวกปลา มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร มีเขี้ยวเล็ก ๆ เชื่อกันว่า เป็นต้นกำเนิดของปลา

4) พืชชั้นต่ำในทะเล ได้แก่ พวกสาหร่าย

2.2 มหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย

มหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย แบ่งออกเป็น 3 ยุค คือ ยุคดีโนเวียน (Devonian period) ระยะเวลา 50 ล้านปี ยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous period) ระยะเวลา 80 ล้านปี และยุคเพอร์เมียน (Permian period) ระยะเวลา 45 ล้านปี รวมระยะเวลาทั้งหมดของมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย 175 ล้านปี (ทวีศักดิ์ บุญชูไชย, 2561 : 126)

2.2.1 ยุคดีโนเวียน ระยะเวลา 50 ล้านปี ในยุคนี้จะมีสัตว์ที่มีลักษณะคล้ายปลาเพิ่มมากขึ้น ปลาที่พบในยุคนี้ ได้แก่ ปลาไม่มีกระดูก (Ostracoderms) ปลาตัวแบน (Placoderms) ฉลาม (Sharks) ปลากระดูก (Osteichthyes) ปลากระดูกอ่อน (Chondrichthyes) และปลาฉลาม (Chondrichthyes) ซึ่งจะมีวิวัฒนาการเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (Amphibian) พบแมงมุม กิ้งกือ และแมลง พืชที่พบเป็นพวกไม่มีรากและใบแท้จริง แต่มีท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร

2.2.2 ยุคคาร์บอนิเฟอรัส ได้แบ่งย่อยเป็น 2 ยุค คือ ยุคเพนซิลเวเนีย (Pennsylvanian period) เป็นยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น และยุคมิสซิสซิปเปียน (Mississippian period) เป็นยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลาย

2.2.2.1 ยุคเพนซิลเวเนีย ในยุคนี้มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลหลายครั้ง เริ่มมีแมลงหลายชนิด และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจนได้ชื่อว่า ยุคของแมลงสาบ เป็นยุคที่เริ่มปรากฏสัตว์เลื้อยคลาน (Reptiles) ซึ่งได้วิวัฒนาการมาจากพวกสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลานแรกเริ่ม คือ ซีมอเรีย (Seymouria) และมีพืชบกจำนวนมาก ได้แก่ ต้นเฟิร์นขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดชั้นถ่านหินที่สำคัญของโลกปัจจุบัน

2.2.2.2 ยุคมิสซิสซิปเปียน เป็นยุคที่เริ่มมีการพบสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์บกอื่น ๆ มีพืชกระจายอยู่ทั่วไปจำนวนมากตามบริเวณที่เป็นบึงหนองน้ำ หรือทะเลสาบ พืชเหล่านี้จะกลายเป็นถ่านหินเมื่อตายทับถมกันเป็นเวลานาน สัตว์ที่พบในยุคนี้ คือ ครินอยด์ (Crinoid) ซึ่งเป็นวัชพืชทะเลมีรากเกาะที่พื้นท้องทะเล นอกจากนี้ ยังพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ปะการัง หอยสองฝา หอยฝาเดียว เป็นต้น

2.3 ยุคเพอร์เมียน

ตอนปลายของยุคเพอร์เมียนเป็นยุคน้ำแข็ง มีธารน้ำแข็งปกคลุมไปทั่วโลก พืชและสัตว์หลายชนิดตายและสูญพันธุ์ไป เช่น ฟิวซิลินิด (Fusulinid) เพอรามินิเฟอร่า ปะการังรูโกส (Rugos) ไตรโลไบต์ เป็นต้น แต่มีพืชและสัตว์บางชนิดที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และมีวิวัฒนาการ

เพื่อการอยู่รอดของชีวิต เช่น เริ่มมีแมลงปีกแข็งเกิดขึ้น สัตว์เลื้อยคลานได้มีวิวัฒนาการไปเรื่อย ๆ จนมีจำนวนมาก และแยกออกเป็นชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

3. มหายุคมิโซโซอิก

“มีโซ” แปลว่า กลาง “โซอิก” แปลว่า เขต “มีโซโซอิก” จึงมีความหมายว่า เขตกลาง หรือชีวิตช่วงกลาง แบ่งออกเป็น 3 ยุค เป็นเวลา 155 ล้านปี ได้แก่ ยุคไทรแอสสิก (Triassic period) มีช่วงเวลา 45 ล้านปี ยุคจูแรสสิก (Jurassic period) ช่วงเวลา 45 ล้านปี และยุคครีตาเซียส (Cretaceous period) ช่วงเวลา 65 ล้านปี (ทวิศศักดิ์ บุญชูไชย, 2561 : 127) ช่วงแรกของมหายุคนี้นี้แผ่นดินยังมีระดับสูงเหนือระดับน้ำทะเล และมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทำให้มีการสะสมของตะกอนในแอ่งและที่ราบลุ่ม ช่วงต่อมาผลจากการกัดเซาะทำให้แผ่นดินลดระดับต่ำลง มีน้ำทะเลท่วมเข้ามาถึงบริเวณแอ่งหรือธรณีแอ่งตัว (Geosynclines) และตามขอบของแผ่นดิน ทำให้มีการสะสมของตะกอนบนบก และตะกอนจากทะเลสลับกัน ซึ่งเป็นตอนกลางมหายุค จึงพบชั้นของถ่านหินเกิดขึ้นในตอนปลายมหายุคนี้ และช่วงที่จะสิ้นสุดมหายุคมิโซโซอิกมีการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกอย่างรุนแรง โดยเฉพาะทางซีกโลกตะวันตก และทะเลจะถอยร่นทำให้เกิดแผ่นดินสูงขึ้น เป็นช่วงที่สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการเพิ่มมากขึ้นทั้งสัตว์บกและสัตว์ทะเล พืชพยายามที่จะปรับตัวให้อยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมที่ร้อน และตามฤดูกาลที่เปลี่ยน พืชพวกสน เฟิร์นและไซแคดส์ (Cycads) มีมากตลอดมหายุคนี้ (ลัสนา ปริญาปวิวัฒน์, 2541 : 155) และในมหายุคนี้เชื่อกันว่า แผ่นดินที่เคยเป็นผืนเดียวกัน เรียกว่า พังเจีย (Pangaea) จะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ลอเรเชีย (Laurasia) และกอนด์วานา (Gondwanaland)

3.1 ยุคไทรแอสสิก

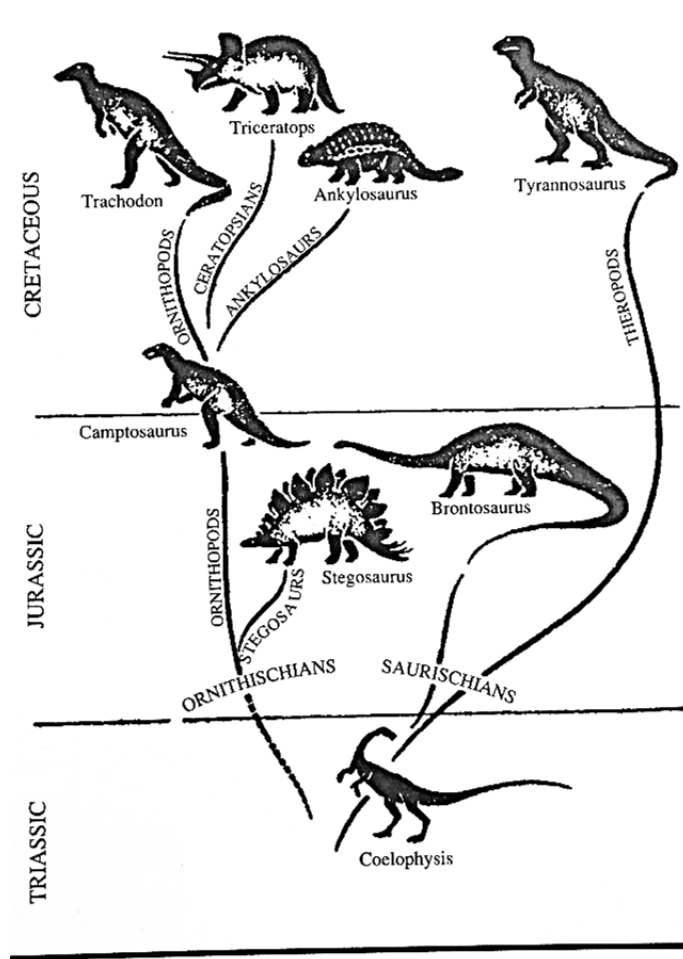
ยุคไทรแอสสิกเป็นยุคที่เริ่มมีสัตว์เลื้อยคลาน ได้แก่ ไดโนเสาร์ ซึ่งไดโนเสาร์จัดอยู่ในจำพวกสัตว์เลื้อยคลาน เช่นเดียวกับจระเข้ เต่า งู เป็นสัตว์เลือดเย็น ไม่มีขน ออกลูกเป็นไข่ สุกสุพันธุไปในตอนปลายของยุคครีตาเซียส ไดโนเสาร์ชนิดแรกมีชื่อว่า โคโลไฟซิส (Coelophys))

3.2 ยุคจูแรสสิก

ยุคจูแรสสิกเป็นยุคที่มีไดโนเสาร์มากที่สุด คือ บรอนโตซอรัส (Brontosaurus) เป็นไดโนเสาร์ที่มีคอยาว หางยาว ขาหน้ากับขาหลังยาวเท่า ๆ กัน สเตโกซอรัส (Stegosaurus) เป็นไดโนเสาร์ที่มีแผ่นครีบบนหลังของมัน คอสัน และหัวเล็ก และแคมโตซอรัส (Camptosaurus) เป็นไดโนเสาร์ที่มีขาหน้าสั้นกว่าขาหลัง หางสั้น ไดโนเสาร์ในยุคนี้จะกินพืชเป็นอาหาร นอกจากไดโนเสาร์แล้ว ในยุคนี้ยังมีสัตว์อื่นอีก เช่น เทอโรแดคทิล (Pterodactyl) เป็นสัตว์ต้นกำเนิดของนกมีขนเหมือนนก มีปีกเป็นแผ่นหนังบินได้ และสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมก็เกิดในยุคนี้เช่นกัน

3.3 ยุคครีตาเซียส

ยุคครีตาเซียสเป็นยุคที่ไดโนเสาร์เริ่มมีการปรับตัว ทำให้มีไดโนเสาร์พันธุ์ใหม่เกิดขึ้น ไดโนเสาร์ในยุคนี้จะเป็นไดโนเสาร์ที่กินเนื้อสัตว์เป็นอาหาร มีฟันแหลมคม เนื่องจากสภาพภูมิประเทศมีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณพืชลดลง มีไดโนเสาร์หลายชนิด เช่น ไทแรนโนซอรัส (Tyrannosaurus) กอร์โกซอรัส (Gorgosarus) ทราโคดอน (Trachodon) ไทรเซอราทอป (Triceratops) แองกีโลซอรัส (Ankylosaurus) เป็นต้น



ภาพที่ 2.8 ไดโนเสาร์ในยุคต่าง ๆ
ที่มา : ลัสนา ปริญญาปรีวัฒน์, 2541 : 147

4. มหายุคซีโนโซอิก

“ซีโน” แปลว่า ใหม่ “โซอิก” แปลว่า เขต “ซีโนโซอิก” จึงมีความหมายว่า เขตใหม่หรือชีวิตปัจจุบัน ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในหินมหายุคนี้คล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่พบอยู่ในปัจจุบัน ประกอบด้วยสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พืชยืนต้น และหญ้า มหายุคซีโนโซอิกเป็นมหายุคสุดท้ายของการแบ่งยุคตามเวลาทางธรณีวิทยา แบ่งออกเป็น 2 ยุค คือ ยุคเทอเทียรี (Tertiary period) และยุคควอเทอร์นารี (Quaternary period)

4.1 ยุคเทอเทียรี ในยุคนี้มีพืชและสัตว์ชนิดใหม่เกิดขึ้นเพียงไม่กี่ชนิด สัตว์ที่พบในยุคนี้ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก และปลา ยุคนี้แบ่งออกได้เป็น 5 สมัย คือ สมัยพาลีโอซีน (Pliocene epoch) สมัยอีโอซีน (Eocene epoch) สมัยโอลิโกซีน (Oligocene epoch) สมัยไมโอซีน (Miocene epoch) และสมัยไพลโอซีน (Paleocene epoch)

4.1.1 สมัยพาลีโอซีน เป็นสมัยแรกที่มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์คล้ายลิงคล้ายหมาป่า (Lemur) สัตว์ฟันแทะ (Rodent) แต่เป็นสัตว์ขนาดเล็ก และนกเริ่มมีลักษณะคล้ายในปัจจุบัน

4.1.2 สมัยอีโอซีน มีสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมเพิ่มมากขึ้น ต้นตระกูลของม้าได้เกิดในสมัยนี้ โดยมี 4 เท้าขนาดเล็ก มีเล็บ 4 เล็บ นอกจากนี้ ยังมีคางคาว และสัตว์ที่มีลักษณะคล้ายวาฬเกิดขึ้นด้วย

4.1.3 สมัยโอลิโกซีน เริ่มมีลิงเกิดขึ้น เป็นลิงที่ไม่มีหาง นอกจากนี้ ยังมีสุนัข แมว ม้า ซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีเล็บเท้า 3 เล็บ

4.1.4 สมัยไมโอซีน ม้ามีวิวัฒนาการมากขึ้น โดยมีเล็บเท้า 3 เล็บ แต่เล็บด้านข้างเริ่มหดหายไป พบซากของม้า กวาง และแรด บางส่วนของทวีปมีอุฐู ยีราฟ และกวางเกิดขึ้น

4.1.5 สมัยพลีโอซีน ม้ายังคงมีวิวัฒนาการต่อไปและมีลักษณะใกล้เคียงปัจจุบันมากขึ้น มีสัตว์กินพืชเกิดขึ้นมากมาย

4.2 ยุคควอเทอร์นารี ช่วงเวลา 1.5 ล้านปีมาแล้วจนถึงปัจจุบัน (ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 130) แบ่งออกเป็น 2 สมัย คือ สมัยไพลสโตซีน (Pleistocene epoch) และสมัยปัจจุบัน (Recent epoch)

4.2.1 สมัยไพลสโตซีน เป็นช่วงเวลาที่ธารน้ำแข็งเกิดขึ้นจำนวนมาก ประมาณร้อยละ 27 ของบริเวณพื้นแผ่นดิน (ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย, 2561 : 130) จึงได้ชื่อว่า สมัยน้ำแข็ง (Ice Age) มีผลทำให้น้ำในมหาสมุทรเย็นลงมาก พร้อมกับมีทะเลสาบน้ำจืดเกิดขึ้นบนทวีปมากมาย สิ่งมีชีวิตในสมัยนี้จะเป็นสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนม มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็น โดยการมีขนยาวที่รุงรัง เช่น ช้างแมมมอธ (Mammoth) แรดขนยาว (Woolly Rhinoceros) วัวมัสค์ (Musk Ox) เป็นต้น

4.2.2 สมัยปัจจุบัน เริ่มเมื่อ 5,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช เป็นสมัยของมนุษย์ (Age of Man) เป็นช่วงเวลาที่มนุษย์มีวิวัฒนาการจากการเป็นมนุษย์ลิง (Ape Man) มาเป็นมนุษย์ในปัจจุบันที่รู้จักคิด เขียน และมีการบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ

ซากดึกดำบรรพ์

สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย (2546 : 8) ให้ความหมายซากดึกดำบรรพ์ หมายถึง ซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและพืช ซึ่งถูกเก็บรักษาเอาไว้ในสภาพที่กลายเป็นหินหรือแร่ ในชั้นหินของเปลือกโลก โดยกระบวนการทางธรรมชาติเท่านั้น

สอดคล้องกับทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย (2561 : 119) ให้ความหมายของซากดึกดำบรรพ์หรือฟอสซิล หมายถึง ซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ในยุคดึกดำบรรพ์ที่เคยอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นได้ตายไปเป็นเวลานานนานนับเป็นหลายร้อยล้านปี แต่มีซากหรือร่องรอยปรากฏเหลืออยู่มาจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากธรรมชาติได้ช่วยรักษาเอาไว้

สรุปได้ว่า ซากดึกดำบรรพ์ หมายถึง ซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และพืช ที่เคยอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นตายเป็นเวลานานนานนับหลายร้อยล้านปี ซึ่งถูกเก็บรักษาเอาไว้ในสภาพที่กลายเป็นหินหรือแร่ในชั้นหินของเปลือกโลก โดยกระบวนการทางธรรมชาติ ซากดึกดำบรรพ์ส่วนใหญ่ถูกค้นพบฝังตัวอยู่ในหินตะกอน ตรงกับคำว่า “Fossil” ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Fossus” แปลว่า ถูกขุดขึ้นมา

1. ประเภทของซากดึกดำบรรพ์

การจำแนกประเภทของซากดึกดำบรรพ์ สามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้หลักเกณฑ์การจำแนกเช่นเดียวกับการจำแนกกลุ่มสิ่งมีชีวิตปัจจุบัน ซึ่งจำแนกซากดึกดำบรรพ์เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate fossil) ซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลัง (Vertebrate fossil) ซากดึกดำบรรพ์พืช (Plant fossil) และร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์ (Trace fossil) (สมศักดิ์ โพธิ์สัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี, 2555 : 171 - 173)

1.1 ซากดึกดำบรรพ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่เป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเล ในยุคแรก ๆ ยังไม่มีเปลือกแข็งหุ้ม ต่อมาเมื่อมีเปลือกแข็งหุ้มอยู่ภายนอก เกิดขึ้นก่อนยุคแคมเบรียนจนถึงปัจจุบัน สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมีทั้งสัตว์เซลล์เดียว ได้แก่ ฟอแรมมินิเฟอร่า (Foraminifera) และสัตว์หลายเซลล์ ได้แก่ แกรปโตไลต์ (Graptolite) แอมโมไนต์ (Ammonite) ไบรโอซัว (Bryozoan) บราซิโอพอด (Brachiopod) ไครนอยด์ (Crinoid) ไทรโลไบต์ (Trilobite) ฟองน้ำ (Sponge) ปะการัง (Coral) หอยกาบเดี่ยว (Gastropod) และหอยกาบคู่ (Pelecypod) ซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ไม่ได้อาศัยอยู่ในทะเล ได้แก่ แมลงชนิดต่าง ๆ

1.2 ซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลัง

สัตว์มีกระดูกสันหลังเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูง มีแกนกระดูกยาวช่วยในการพยุงร่างกายให้คงรูปอยู่ได้ ได้แก่ สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ปลา นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เกิดขึ้นตั้งแต่ปลายยุคแคมเบรียน และได้มีการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการจนถึงปัจจุบัน ซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่ครบสมบูรณ์ทั้งตัวพบได้น้อยมาก การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ สามารถทำได้โดยการศึกษาชิ้นส่วนหัวกะโหลก กระดูก และฟันของสัตว์

1.3 ซากดึกดำบรรพ์พืช

ซากดึกดำบรรพ์พืชเกิดขึ้นตั้งแต่ยุคพรีแคมเบรียนจนถึงยุคปัจจุบัน โดยเริ่มต้นพบซากดึกดำบรรพ์ของสาหร่าย ซึ่งเป็นผู้ผลิตก๊าซออกซิเจนให้แก่ชั้นบรรยากาศโลกและมีความสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมน้ำมัน ต่อมาพบพืชบกในยุคไซลูเรียน และพบความหลากหลายของพืชมากขึ้นในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ส่วนพืชดอกเริ่มมีขึ้นในยุคครีเทเชียส ซึ่งซากดึกดำบรรพ์พืชส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในรูปไม้กลายเป็นหิน ละอองเรณู สปอร์ และถ่านหิน นอกจากนี้ ยังพบเป็นรอยพิมพ์ซากใบไม้ที่ประทับอยู่ในหินทรายหรือหินดินดาน

1.4 ร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์

ร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์ไม่ใช่ชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิต แต่เป็นร่องรอยที่เกิดขึ้นจากการกระทำของสัตว์ ซึ่งถูกประทับไว้ในชั้นหิน ร่องรอยเหล่านี้สามารถบอกเล่าเรื่องราวของสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมของสัตว์ได้ เช่น รอยรูซอนโซ รอยเท้า แนวทางเดิน มูลของสัตว์ เป็นต้น

2. ประโยชน์ของการศึกษาซากดึกดำบรรพ์

การค้นพบซากดึกดำบรรพ์ทำให้ทราบว่า สภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นในอดีตเป็นพื้นดินหรือพื้นน้ำ เป็นที่ราบหรือภูเขา และยังสามารถบอกช่วงอายุของซากดึกดำบรรพ์นั้นได้อีกด้วย เรียกว่า ซากดึกดำบรรพ์ดัชนี (Index fossil) เช่น ไทรโลไบต์ เป็นสัตว์จำพวกไม่มีกระดูกสันหลังอยู่ในยุคแคมเบรียน แกรปโตไลต์ เป็นสัตว์จำพวกไม่มีกระดูกสันหลังในทะเลอยู่ในยุคออร์โดวิเชียียน เป็นต้น สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย (2546 : 8 - 9) กล่าวถึงประโยชน์ของการศึกษาซากดึกดำบรรพ์

ซึ่งสอดคล้องกับสมศักดิ์ โพธิ์สัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี (2555 : 173 - 176) การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ช่วยให้เรียนรู้ประวัติและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีการสูญพันธุ์ และมีการเกิดขึ้นใหม่มาทดแทน รวมทั้งช่วยให้ทราบประวัติความเป็นมาของโลกว่า มีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นในช่วงเวลาใด สามารถสรุปถึงประโยชน์ของซากดึกดำบรรพ์ได้ ดังนี้

2.1 ใช้บอกอายุของชั้นหิน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาและสูญพันธุ์ไปตลอดเวลา ตารางเวลาทางธรณีวิทยาจึงใช้เป็นหลักฐานการเกิดขึ้น และการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเป็นเกณฑ์ กำหนดอายุของชั้นหิน เรียกว่า ซากดึกดำบรรพ์ดัชนี เช่น ฟิวซิลินิต ที่ดำรงชีวิตอยู่ในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัส ถึงยุคเพอร์เมียนเท่านั้น เป็นต้น

2.2 ใช้บอกลำดับชั้นหิน สิ่งมีชีวิตที่มีอายุมากกว่าจะตกทับถมอยู่ในหินชั้นล่างและสิ่งมีชีวิตที่มีอายุน้อยกว่าจะตกทับถมอยู่ในหินชั้นบน ดังนั้น เมื่อพบซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุเก่ากว่า แสดงให้เห็นว่า ชั้นหินนั้นเกิดก่อนชั้นหินที่มีซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุใหม่กว่า

2.3 ใช้เทียบเคียงชุดหินต่าง ๆ ชั้นหินที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและมีซากดึกดำบรรพ์ชนิดเดียวกัน แม้ว่าพบในบริเวณที่ต่างกันก็ถือว่า ชั้นหินทั้งสองแหล่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน และเกิดในสภาพแวดล้อมของการสะสมตะกอนลักษณะเดียวกัน

2.4 ใช้ประโยชน์ในการค้นหาแหล่งแร่บางชนิด เช่น สาหร่ายทะเล ที่ฝังอยู่ในหินกักเก็บน้ำมัน สามารถช่วยให้การสำรวจหาปิโตรเลียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นต้น

2.5 ใช้บอกถิ่นกำเนิดและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในอดีต เช่น การค้นพบซากเอป ซึ่งเป็นลิงขนาดใหญ่ ไม่มีหาง ลักษณะคล้ายคลึงกับอูรังอุตังในปัจจุบันที่อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา และที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ทำให้สันนิษฐานได้ว่า ประเทศไทยอาจเป็นแหล่งกำเนิดและวิวัฒนาการของอูรังอุตังมาตั้งแต่สมัยไมโอซีน เมื่อราว 13 ล้านปีมาแล้ว เป็นต้น

2.6 ใช้บอกสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในอดีต การศึกษาชนิดของซากดึกดำบรรพ์ รวมทั้งชนิดของหินที่มีซากดึกดำบรรพ์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตปัจจุบัน ทำให้สามารถแปลความหมายสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในอดีตได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ

2.7 ใช้บอกการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก เปลือกโลกมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา เช่น การค้นพบซากไดโนเสาร์ยุคครีเทเชียสหลายชนิดในประเทศไทยเป็นไดโนเสาร์กลุ่มเดียวกันที่พบในประเทศจีนทำให้สันนิษฐานได้ว่า แผ่นดินฉาน-ไทย ซึ่งเคลื่อนที่มาจากทางใต้ได้ชนกับแผ่นดินอินโดจีนแล้วในช่วงปลายมหายุคมีโซโซอิก เป็นต้น

3. ซากดึกดำบรรพ์ในประเทศไทย

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทยมีหลากหลายชนิด ได้แก่ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ปะการัง หอย ไทรโลไบต์ เป็นต้น สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น เต่า ไดโนเสาร์ ปลา จระเข้ เป็นต้น และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนซากพืชพบหลายชนิด มีทั้งส่วนของลำต้น ใบ และละอองเรณู นอกจากนี้ยังมีร่องรอยของสัตว์ดึกดำบรรพ์ เช่น รอยเท้าและรอยทางเดินของไดโนเสาร์ รูและรอยขนของไดโนเสาร์ ซากดึกดำบรรพ์เก่าแก่ที่สุดที่พบในประเทศไทย คือ ซากไทรโลไบต์ มีอายุราว 500 ล้านปี พบที่เกาะตะรุเตา ส่วนซากดึกดำบรรพ์ ที่มีอายุใหม่ ได้แก่ ซากหอยนางรมยักษ์ ที่พบจากชุดดินกรุงเทพฯ มีอายุเพียง 5,500 ปี ตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทย ตามอายุทางธรณีวิทยาจากเก่าสุดไปหาใหม่สุด ดังนี้ (สมศักดิ์ โพธิ์สัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี, 2555 : 176 – 178)

3.1 ซากดึกดำบรรพ์ในมหายุคพาลีโอโซอิก

3.1.1 แหล่งซากดึกดำบรรพ์เกาะตะรุเตา ตั้งอยู่ที่อำเภอละงู จังหวัดสตูล เป็นซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุเก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย มีการสะสมตัวตั้งแต่ยุคแคมเบรียนตอนปลายต่อเนื่องมาจนถึงยุคออร์โดวิเซียนตอนต้น พบซากดึกดำบรรพ์ในชั้นหินดินดาน และหินทรายจากหลายบริเวณบนเกาะตะรุเตา ได้แก่ อ่าวตะโลละโต๊ะโป๊ะ อ่าวตะโลละอูด้ง และอ่าวมะละกา เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไทรโลไบต์ บราคิโอพอด นอติลอยด์ เป็นต้น และพบร่องรอยของสัตว์ดึกดำบรรพ์ด้วย แสดงดังภาพที่ 2.9



(1) ไทรโลไบต์



(2) บราคิโอพอด



(3) นอติลอยด์



(4) ร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์

ภาพที่ 2.9 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบบนเกาะตะรุเตา

ที่มา : สมศักดิ์ โพธิ์สัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี, 2555 : 178 - 179

1) ไทรโลไบต์ เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรพอด ลำตัวแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแกนลำตัว และอีก 2 ส่วน คือ ด้านข้างลำตัว มีรูปลักษณะคล้ายกับแมงดาทะเลปัจจุบัน แต่มีขนาดเล็กกว่า อาศัยอยู่ในทะเลตื้น และตามแนวปะการัง พบแพร่หลายในมหายุคพาลีโอโซอิกตอนต้น สูญพันธุ์ไปเมื่อปลายยุคเพอร์เมียน

2) บราคิโอพอด เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมบราคิโอพอด ส่วนใหญ่เป็นพวกเกาะติดตามหิน หรือวัตถุที่อยู่บนพื้นทะเลบริเวณน้ำตื้น มีลักษณะคล้ายหอยกาบคู่ แต่ต่างกันที่เปลือกทั้ง 2 ฝา ที่มีขนาดไม่เท่ากัน แต่ฝาเดียวกันจะมีลักษณะด้านซ้าย และด้านขวาสมมาตรกัน

3) นอติลอยด์ เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา หรือสัตว์จำพวกหอยเชฟาโลพอด กลุ่มเดียวกับปลาหมึกในปัจจุบัน พบแพร่หลายในมหายุคพาลีโอโซอิก ปัจจุบันเหลืออยู่เพียงชนิดเดียว คือ หอยนอติลุส เป็นสัตว์กินเนื้อ ลำตัวแบ่งเป็นห้อง ๆ โดยมีผนังกันห้อง ส่วนใหญ่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้พบได้ทั้งบริเวณทะเลตื้นและทะเลลึก

4) ร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์ ที่เกาะตะรุเตา พบร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์หลายชนิด ในหินทรายสีแดง ได้แก่ รอยทางเดินของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และรอยซอนไชของหนอน สกุล *Gordia sp.* ซึ่งเป็นรอยวงกลม ๆ

3.1.2 แหล่งซากดึกดำบรรพ์บ้านป่าเสม็ด ตั้งที่อำเภอละงู จังหวัดสตูล เป็นบริเวณที่ค้นพบซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด ได้แก่ แกรปโทไลต์ และเทนาคูไลต์ อายุราว 400 - 385 ล้านปี ในยุคดีโวเนียน ซากดึกดำบรรพ์บ้านป่าเสม็ดแสดงดังภาพที่ 2.10

1) แกรปโทไลต์ เป็นสัตว์ทะเลที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ซากดึกดำบรรพ์ที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายรอยพิมพ์บาง ๆ บนหินดินดาน สีดำ หรือมีรูปร่างคล้ายกิ่งไม้

2) เทนาคูไลต์ เป็นสัตว์ทะเลขนาดเล็ก มีลักษณะคล้ายหอยขนาดเล็ก เป็นรูปกรวย ยาว มีโคนกว้าง และมียอดแหลม พบมากในมหายุคพาลีโอโซอิกตอนต้น



(1) แกรปโทไลต์



(2) เทนาคูไลต์

ภาพที่ 2.10 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบที่บ้านป่าเสม็ด ตั้งที่อำเภอละงู จังหวัดสตูล

ที่มา : สมศักดิ์ โพธิ์สัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี, 2555 : 180

3.1.3 แหล่งซากดึกดำบรรพ์เขาถ่าน ตั้งอยู่บริเวณชายทะเลบ้านเขาถ่าน อำเภอสวี จังหวัดชุมพร เป็นเขาหินปูนสลับกับหินดินดาน มีอายุตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายจนถึงยุคเพอร์เมียนตอนต้น ราว 300 - 270 ล้านปี มาแล้ว พบซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด ได้แก่ หอยกาบคู่ ไบรโอซัว ไครนอยด์ บราคิโอพอด ฟองน้ำ และร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์ แสดงดังภาพที่ 2.11

1) หอยกาบคู่ เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา หรือสัตว์จำพวกหอยส่วนใหญ่อาศัยอยู่ที่พื้นทะเลในบริเวณทะเลตื้น โดยพบตั้งแต่ยุคแคมเบรียนจนถึงปัจจุบัน

2) ไบรโอซัว เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมไบรโอซัว ชอบอาศัยอยู่เป็นกลุ่มในบริเวณทะเลตื้น น้ำใส แต่อาจพบบ้างในแหล่งน้ำจืด ส่วนใหญ่ยึดติดอยู่กับพื้นทะเล แต่สามารถเคลื่อนที่ช้าๆ ได้โดยรอบ มีรูปร่างหลายแบบ เช่น เป็นแผ่นบาง ๆ ติดอยู่กับก้อนหินหรือเปลือกหอย มีรูปร่างคล้ายต้นไม้ขนาดเล็ก เป็นต้น พบตั้งแต่ยุคออร์โดวิเซียนจนถึงปัจจุบัน

3) ไครนอยด์ หรือเรียกว่า พลัปลิงทะเล เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมเอคิโนเดอรมาตา มีรูปร่างคล้ายต้นไม้ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนหัวมีลักษณะคล้ายดอก เป็นพุ่ม ส่วนลำต้นประกอบด้วยแวน หรือท่อนกลม มีรูตรงกลางซ้อนต่อกัน และส่วนล่างสุดคล้ายรากไม้แผ่กระจายออกไป ทำหน้าที่ยึดเกาะกับพื้นทะเล พบแพร่หลายในมหายุคพาลีโอโซอิก ซากดึกดำบรรพ์ส่วนใหญ่พบเพียงชิ้นส่วนของก้านที่หลุดออกมาเป็นแวน ๆ

4) ฟองน้ำ เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมโพรโพรา มีพบอยู่บ้างในน้ำจืด มีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยรูพรุน ทั้งลำตัว ทำให้น้ำไหลผ่านเข้าสู่กลางลำตัว ซึ่งมีลักษณะคล้ายถุง สามารถกรองอาหาร พบตั้งแต่ยุคแคมเบรียนจนถึงปัจจุบัน

5) ร่องรอยสัตว์ดึกดำบรรพ์ ที่พบในบริเวณเขาถ่าน ส่วนใหญ่เป็นร่องรอย การขบไชของหนอนสกุล *Helminthopsis* sp.



(1) หอยกาบคู่



(2) พลัปปิ้งทะเล

ภาพที่ 2.11 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบที่บ้านเขาถ่าน อำเภอสวี จังหวัดชุมพร

ที่มา : สมศักดิ์ โพธิ์สัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี, 2555 : 181

3.1.4 แหล่งซากดึกดำบรรพ์วัดคีรีนาครัตนาราม ตั้งอยู่ที่ตำบลหนองสารเดช อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี เป็นเขาหินปูน ลูกโดด สูงประมาณ 20 เมตร พบซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด ได้แก่ ฟิวซูลินิด แอมโมไนต์ ปะการัง และสาหร่าย แสดงดังภาพที่ 2.12 การค้นพบซากสัตว์ทะเลโบราณหลายชนิดบริเวณนี้แสดงว่า ในยุคเพอร์เมียนตอนกลาง ราว 270 ล้านปี มาแล้ว บริเวณนี้เคยเป็น ทะเลตื้นมาก่อน

1) ฟิวซูลินิด เป็นสัตว์ทะเลเซลล์เดียวจัดอยู่ในไฟลัมโพรโทซัว อาศัยอยู่ใน เขตอบอุ่น และบริเวณน้ำตื้น ลักษณะภายนอกส่วนใหญ่มีรูปร่างยาว หัวท้ายแหลม ลักษณะคล้ายกับ เมล็ดข้าวสาร และมีขนาดเล็ก นิยมเรียกว่า คตข้าวสาร พบมากในยุคคาร์บอนิเฟอรัสและยุคเพอร์เมียน สูญพันธุ์ไปตั้งแต่ปลายยุคเพอร์เมียน มีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และสามารถกำหนดอายุ ได้แน่นอน

2) แอมโมไนต์ เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา เปลือกขดเป็นวง ส่วนใหญ่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้สามารถพบได้ทั้งบริเวณทะเลตื้นและลึก พบมากในมหายุคมีโซโซอิก และสูญพันธุ์ เมื่อสิ้นยุคครีเทเชียส

3) ปะการัง เป็นสัตว์ทะเลจัดอยู่ในไฟลัมไนดาเรีย (Cnidaria) มีทั้งเป็นกลุ่ม และเป็นตัวเดี่ยว ๆ อาศัยอยู่บริเวณทะเลตื้น น้ำอุ่น มีแสงแดดส่องถึงและน้ำค่อนข้างใส จึงพบได้ โดยทั่วไปในภูเขาหินปูน พบแพร่หลายมากตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิกจนถึงปัจจุบัน



(1) ฟิวซูลินิด



(2) ปะการัง

ภาพที่ 2.12 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบที่วัดศิรินาครันาราม อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี
ที่มา : สมศักดิ์ โพธิ์สัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี, 2555 : 181

3.2 ซากดึกดำบรรพ์ในมหายุคมีโซโซอิก

3.2.1 แหล่งซากและรอยเท้าไดโนเสาร์ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการค้นพบซากไดโนเสาร์ได้มากกว่าภาคอื่น ๆ เนื่องจากบริเวณที่ราบสูงโคราช ประกอบด้วยหินในมหายุคมีโซโซอิก ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สัตว์เลื้อยคลานครองโลก โดยมีความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานหลายชนิด ทั้งไดโนเสาร์ จระเข้ และเต่า ตะกอนที่พบทั่วไป เป็นตะกอนที่ตกทับถม ในลุ่มแม่น้ำ หรือในหนองน้ำจืด ซึ่งเป็นแหล่งหาอาหารของสัตว์เลื้อยคลานเหล่านี้ แหล่งที่พบซากไดโนเสาร์ในประเทศมีดังนี้

1) แหล่งซากไดโนเสาร์ภูเวียง ตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติภูเวียง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น มีลักษณะภูมิประเทศเป็นสันเขา เป็นบริเวณที่ค้นพบกระดูกไดโนเสาร์ชิ้นแรกในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2519 พบอยู่ที่บริเวณภูประตูดิหมา เป็นกระดูกท่อนขาของไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ ต่อมาได้มีการสำรวจพบไดโนเสาร์ ทั้งจำพวกกินพืช และกินเนื้อ ชนิดใหม่ของโลกหลายชนิด ได้แก่ ไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ ซึ่งได้มีการขอพระราชทานพระราชนุญาต ตั้งชื่อตามพระนาม ของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (*Phuwiangosaurus sirindhornae*) ไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดเล็ก (*Compsognathus sp.*) ไดโนเสาร์กินเนื้อ (*Siamosaurus suteethorni*) และไดโนเสาร์กินเนื้อ ซึ่งคาดว่า เป็นบรรพบุรุษของไทรันโนซอรัส (*Siamotyrannus isanensis*) นอกจากนี้ ยังพบรอยเท้าไดโนเสาร์บริเวณหินลาดป่าซาด เป็นรอยพิมพ์นิ้ว 3 นิ้ว คล้ายรอยเท้าคนที่ปลายนิ้วมีร่องรอยของเล็บแหลมคม บ่งชี้ว่าเป็นรอยเท้าไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดเล็ก ไดโนเสาร์ที่ภูเวียงเป็นไดโนเสาร์สกุลและชนิดใหม่ ซึ่งเป็นต้นแบบของโลกถึง 3 ชนิด เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบกับข้อมูลที่พบใหม่ทั่วโลก

2) แหล่งซากไดโนเสาร์ภูกุ่มข้าว ตั้งอยู่ที่ตำบลโนนบุรี อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นเขาโดดสูงประมาณ 300 เมตร พบซากกระดูกไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ที่สมบูรณ์ที่สุดในประเทศไทย อยู่ในชั้นหินทรายปนหินดินดานสีแดง ที่หลุมขุดค้นไดโนเสาร์ภูกุ่มข้าว ได้มีการขุดพบกระดูกมากกว่า 630 ชิ้น เป็นกระดูกส่วนคอ ขา สะโพก ซี่โครง และหางของไดโนเสาร์กินพืชไม่ต่ำกว่า 6 ตัว ลักษณะกระดูกที่พบ เป็นไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ (*Phuwiangosaurus sirindhornae*) นอกจากนี้ ยังพบฟันของไดโนเสาร์กินพืช และกินเนื้ออีกมากกว่า 2 ชนิด

3) แหล่งรอยเท้าไดโนเสาร์ภูหลวง ตั้งอยู่บนยอดภูหลวง อำเภอภูหลวง จังหวัดเลย ในบริเวณที่เรียกว่า ผาเตล้น เขตพื้นที่รักษาสันติภาพภูหลวง รอยเท้าที่ปรากฏอยู่บนชั้นหินทรายมีขนาดกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 31 เซนติเมตร ลึก 3 - 4 เซนติเมตร ปรากฏให้เห็น

จำนวน 15 รอย เป็นรอยเดินไปทางทิศใต้ 10 รอย และรอยสวนกลับ 2 รอย รอยเดินไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ 2 รอย และอีกรอยไม่ชัดเจน เป็นรอยเท้าของไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ที่เดินด้วยขาหลัง 2 ข้าง เนื่องจาก มีลักษณะแสดงรอยเล็บแหลมคม รอยเท้าดังกล่าวนี้ อยู่ในหมวดหินภูพาน อายุประมาณ 120 ล้านปี

4) แหล่งรอยเท้าไดโนเสาร์ภูแฝก ตั้งอยู่ในเขตรวนอุทยานภูแฝก ตำบลภูแล่นช้าง กิ่งอำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ ค้นพบโดย ด.ญ. กัลยา มาศ สิงห์นาคลอง และ ด.ญ. พัชร ไวแสน เมื่อปลาย พ.ศ. 2539 รอยเท้าที่ปรากฏอยู่บนชั้นหินทรายในลำห้วยน้ำยังมีจำนวนมากกว่า 10 รอย โดยปรากฏให้เห็นเป็นแนวทางเดิน 3 แนว มีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร รอยเท้าทั้งหมดเป็นรอยเท้าที่มี 3 นิ้ว เป็นรอยเท้าของไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ ที่เดินด้วยขาหลัง 2 ข้าง เนื่องจากมีลักษณะแสดงรอยเล็บแหลมคม รอยเท้าดังกล่าวนี้ อยู่ในหมวดหินพระวิหาร อายุประมาณ 140 ล้านปี

3.2.2 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ปลาภูน้ำจัน ตั้งอยู่ที่ภูน้ำจัน อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ใกล้วัดพระพุทธบุตร พบในชั้นหินทราย มีอายุตั้งแต่ปลายยุคจูแรสสิก ถึงต้นยุคครีเทเชียสราว 130 ล้านปีมาแล้ว ซากดึกดำบรรพ์ปลาที่พบมีซากกระดูก ซึ่งต่างจากปลาโดยทั่วไปคือ ซากกระดูกสันหลังคูดอาหารที่อยู่ใกล้ ๆ ปากเท่านั้น นอกจากนี้ ยังมีเกล็ดแข็งเป็นเงาวาวเพื่อช่วยพยุงลำตัว เป็นซากดึกดำบรรพ์ปลาชนิดใหม่ของโลกให้ชื่อว่า เลปิโดเทส พุทธบุตรเอนซิส (*Lepidotes buddhabutensis*) จัดอยู่ในวงศ์ *Semionotidae* แหล่งซากดึกดำบรรพ์ปลาแห่งนี้มีซากปลาเลปิโดเทสที่สมบูรณ์มากกว่า 100 ตัว ถือได้ว่าเป็นแหล่งซากดึกดำบรรพ์ปลาเลปิโดเทสที่ใหญ่ที่สุดในทวีปเอเชีย สันนิษฐานว่า บริเวณนี้เคยเป็นแอ่งน้ำจืดขนาดใหญ่มาก่อน

3.3 ซากดึกดำบรรพ์ในมหายุคซีโนโซอิก

3.3.1 แหล่งซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจัดอยู่ในไฟลัมสัตว์มีกระดูกสันหลัง เริ่มมีแพร่หลายในมหายุคซีโนโซอิก ในประเทศไทยพบซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมได้ตามเหมืองถ่านหิน และในบริเวณที่มีการสะสมตัวของตะกอนถ่านทั่วประเทศไทย

1) แหล่งซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เหมืองถ่านหิน อำเภอนือคลอง จังหวัดกระบี่ เป็นส่วนหนึ่งของแอ่งสะสมตัวในยุคพาเลโอซีน ตะกอนประกอบด้วยชั้นหินโคลน หินทรายแป้ง และหินทราย มีชั้นถ่านหินหนาประมาณ 20 เมตร ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้ขุดชั้นถ่านหินดังกล่าวไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่พบในชั้นถ่านหินมีมากกว่า 20 ชนิด ได้แก่ ไพรเมต ซึ่งเป็นบรรพบุรุษ ของไพรเมตชั้นสูง สัตว์กินเนื้อ สัตว์กีบ หนู นอกจากนี้ ยังพบเต่า งู ปลา และจระเข้ รวมทั้งซากหอยน้ำจืด ได้แก่ หอยขม และหอยกาบคู่จำนวนมากในชั้นหินโคลน

2) แหล่งซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เหมืองถ่านหินแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นส่วนหนึ่งของแอ่งสะสมตัวยุคอีโอซีน ตะกอนประกอบด้วยชั้นหินโคลน หินทรายแป้ง และหินทราย มีชั้นถ่านหินแทรกสลับหลายชั้น ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้ขุดชั้นถ่านหินดังกล่าว ไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซากดึกดำบรรพ์ส่วนใหญ่ พบในชั้นถ่านหินประกอบด้วย ซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมหลายชนิด ได้แก่ สัตว์กินเนื้อ แรด หมู ช้างโบราณ และหนู นอกจากนี้ ยังพบ เต่า ตะพาบน้ำ ปลา งู และจระเข้ และการสะสมตัวของหอยน้ำจืด เช่น หอยขม เป็นต้น ชั้นที่หนาที่สุดในโลกประมาณ 12 เมตร วางตัวอยู่ระหว่างชั้นถ่านหิน

3) แหล่งซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนม เหมืองถ่านหินเชียงม่วน ตั้งอยู่บริเวณบ้านสระ จังหวัดพะเยา เป็นส่วนหนึ่งของแอ่งสะสมตัวยุคอีโอซีน ตะกอนประกอบด้วยชั้นหินโคลน หินทรายแป้ง และหินทราย มีชั้นถ่านหินแทรกสลับหลายชั้น ซากดึกดำบรรพ์ที่ค้นพบ ได้แก่ ช้างมาสโตดอน กระเจงหมู และหนู นอกจากนี้ ยังได้ค้นพบซากเอปดึกดำบรรพ์ขนาดใหญ่ หรือเอปเชียงม่วน ซึ่งเป็นบรรพบุรุษอูรังอุตัง ครั้งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

4) แหล่งซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลื้อยลูกด้วยนม บ่อทราย ตั้งอยู่ที่ ตำบลท่าช้าง และตำบลช้างทอง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา เป็นบ่อขุด และขุดทราย ริมฝั่งแม่น้ำมูลในปัจจุบัน พบซากสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมหลายชนิด เช่น ซากช้างโบราณอย่างน้อย 4 ชนิด ได้แก่ ช้างงาจบ ช้างสีงา ช้างสเตโกดอน แรดโบราณ ม้าโบราณ เอปโคราช ซึ่งเป็นบรรพบุรุษอูรังอุตัง นอกจากนี้ ยังพบเต่าโบราณขนาดใหญ่ และจระเข้โบราณ รวมถึงซากต้นไม้ขนาดใหญ่จำนวนมาก

3.3.2 สุสานหอยแหลมโพธิ์ ชายฝั่งทะเลบ้านแหลมโพธิ์ ตำบลไสไทย อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ เป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติพนัสนิธธารา และหมู่เกาะพีพี สุสานหอยมีลักษณะเป็นแผ่นหินปูนหนาตั้งแต่ 0.05 - 1 เมตร มีเปลือกหอยขมแน่นจัด วางทับถมกันเป็นจำนวนมาก และเชื่อมประสานด้วยน้ำปูน จนยึดติดกันเป็นแผ่น เรียงซ้อนกัน คล้ายลานซีเมนต์ ชั้นหินสุสานหอยโผล่ให้เห็นอยู่ตามริมหาดเป็นแนวยาว ประมาณ 2 กิโลเมตร

3.3.3 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ปลา บ้านหนองปลา ตั้งอยู่ตำบลน้ำเคียว อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นหินโคลนสีเทาขาว อยู่ในยุคนีโอจีน ปัจจุบันน้ำท่วมหมดแล้ว ซากดึกดำบรรพ์ปลาที่พบในแหล่งนี้มีอย่างน้อย 11 ชนิด ทั้งหมดเป็นปลาน้ำจืดมีอายุสมัยไมโอซีน อาศัยตามหนองน้ำ และบึงใกล้ฝั่ง

3.3.4 แหล่งไม้กลายเป็นหิน อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก อยู่ในพื้นที่เขตป่าสงวนแม่สลิต - โป่งแดง พบไม้ทั้งต้นกลายเป็นหิน ขนาดใหญ่หลายต้นอยู่ในชั้นกรวด ลำต้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เมตร ยาวมากกว่า 20 เมตร มีอายุประมาณ 800,000 ปี ประเทศไทยพบไม้กลายเป็นหินจำนวนมาก อยู่ในมหายุคซีโนโซอิกและมีซีโซอิก กิ่งไม้ที่ตกหรือทับถม รวมกับชั้นหินตะกอน มักพบในชั้นหินทรายหรือในชั้นหินกรวด การแทนที่นี้บ่อยครั้งจะยังคงสภาพโครงสร้างภายในเนื้อไม้เดิม เช่น วงปี โครงสร้างเซลล์ รูปร่างภายนอก เป็นต้น

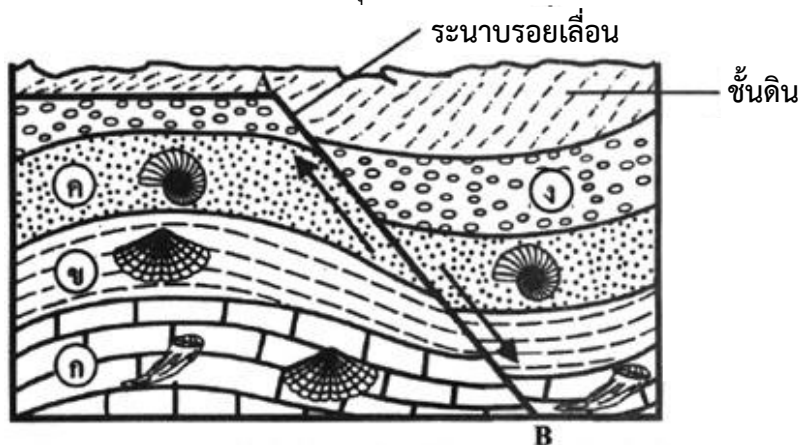
3.3.5 แหล่งซากหอยนางรมยักษ์ วัดเจดีย์หอย ตั้งอยู่ที่ตำบลบ่อเงิน อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี พบเปลือกหอยทะเลหลายชนิดสะสมตัว ปนกับซากไม้ในตะกอนดินเหนียวทะเล ที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม มีสีเทาถึงเทาปนเขียว ซากหอยที่พบ มีหลายชนิด เช่น หอยแครง หอยกาบ หอยสังข์ หอยลาย เป็นต้น ซากหอยที่พบมากที่สุดเป็นหอยนางรม เมื่อนำซากหอยนี้ไปหาอายุ ด้วยวิธีกัมมันตภาพรังสีคาร์บอน 14 พบว่า มีอายุประมาณ 5,500 ปี ซากหอยเหล่านี้เป็นหอยที่อาศัยอยู่ในทะเลใกล้ชายฝั่ง ในที่ราบน้ำขึ้นถึงหรือหาดเลน ที่มีป่าชายเลนขึ้นปกคลุม น้ำกร่อยค่อนข้างตื้น และมีน้ำขึ้นน้ำลงประจำทุกวัน แสดงให้เห็นว่า ในอดีตบริเวณวัดเจดีย์หอยเคยเป็นชายทะเลมาก่อน

สรุปท้ายบท

โลกมีการเปลี่ยนแปลงและวิวัฒนาการตลอดเวลาตั้งแต่กำเนิดขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาทางธรณีวิทยามี 2 ลักษณะ คือ อายุสัมบูรณ์ และอายุเปรียบเทียบ ซึ่งอายุสัมบูรณ์ หมายถึง อายุของหินหรือแร่ ที่บ่งบอกเป็นระยะเวลาที่แน่นอนลงไป และอายุเปรียบเทียบ หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้เปรียบเทียบซึ่งกันและกัน เพื่อหาอายุทางธรณีวิทยา การศึกษาลำดับชั้นหินช่วยในการเรียงลำดับเหตุการณ์ของชั้นหินแต่ละบริเวณได้ หน่วยมาตรธรณีกาลที่ใหญ่ที่สุด คือ บรมยุค ย่อยลงมาก็คือ มหายุค ยุค และสมัย การแบ่งมาตรธรณีกาลอาศัยการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอดีต ซึ่งอาศัยการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ นั่นคือ ซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และพืช ที่เคยอาศัยอยู่ในบริเวณนั้น การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ช่วยให้เรียนรู้ประวัติและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีการสูญพันธุ์ และมีการเกิดขึ้นใหม่มาทดแทน รวมทั้งช่วยให้ทราบประวัติความเป็นมาของโลก

คำถามทบทวน

1. มนุษย์ทราบได้อย่างไรว่า ครั้งหนึ่งบนโลกนี้เคยมีไดโนเสาร์อาศัยอยู่ จงอธิบาย
2. การลำดับชั้นหิน และการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ มีความสำคัญอย่างไรกับการศึกษาความเป็นมาของโลก
3. ระยะเวลาทางธรณีวิทยา คืออะไร แบ่งออกเป็นกี่ลักษณะ
4. การหาอายุของโลก วิธีการใดที่น่าเชื่อถือมากที่สุด จงอธิบาย
5. อายุสัมบูรณ์ และอายุเปรียบเทียบ แตกต่างกันอย่างไร และมีวิธีการหาอย่างไร
6. จากภาพที่ 2.13 ให้เรียงลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ



ภาพที่ 2.13 ลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา

7. ตามตารางมาตรธรณีกาล มีการจัดเวลาทางธรณีวิทยาอย่างไร อธิบาย
8. อธิบายเหตุการณ์สำคัญอะไรที่เกิดขึ้นในมหายุคมีโซโซอิก
9. ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทย มีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างไร
10. เพราะเหตุใด หินอัคนีและหินแปรจึงไม่พบซากดึกดำบรรพ์

เอกสารอ้างอิง

- กิจการ พรหมมา. (2555). **ธรณีวิทยา สำหรับวิศวกร**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย. (2561). **โลก ดาราศาสตร์ อวกาศ**. นนทบุรี : โรงพิมพ์เพิ่มทรัพย์การพิมพ์.
- ลัลนา ปริญญาปริวัฒน์. (2541). **ธรณีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สง่า ตั้งขวาล. (2555). **ธรณีวิศวกรรม ขั้นพื้นฐาน**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ โพธิสัตย์ และเยาวลักษณ์ ชัยมณี. (2555). **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 31**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : http://kanchanapisek.or.th/kp6/Ebook/BOOK31/book31_6/Default.html. [19 กรกฎาคม 2561]
- สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย. (2546). **ธรณีวิทยานำรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.